

Stratégies pédagogiques et apprentissage d'une tâche motrice discrète chez des enfants de huit à dix ans

Khaled Taktek et Robert Rigal

Volume 31, numéro 3, 2005

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/013912ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/013912ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Revue des sciences de l'éducation

ISSN

0318-479X (imprimé)

1705-0065 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Taktek, K. & Rigal, R. (2005). Stratégies pédagogiques et apprentissage d'une tâche motrice discrète chez des enfants de huit à dix ans. *Revue des sciences de l'éducation*, 31(3), 607-632. <https://doi.org/10.7202/013912ar>

Résumé de l'article

Le présent article compare les effets de stratégies pédagogiques d'imagerie mentale combinée à la pratique physique, de pratique physique spécifique et de pratique physique variable sur l'apprentissage d'une tâche motrice discrète chez des enfants de huit à dix ans. La tâche expérimentale consistait à imprimer à une voiture miniature une poussée de la main non dominante pour qu'elle atteigne, après un temps de mouvement bien déterminé, une distance cible. Les résultats ont démontré que les performances obtenues par les participants des différentes stratégies pédagogiques varient en fonction de plusieurs facteurs tels que la variable dépendante mesurée ; le paramètre du mouvement ; le sexe des participants ; etc. Ces résultats furent discutés à la lumière de la théorie piagétienne.

Stratégies pédagogiques et apprentissage d'une tâche motrice discrète chez des enfants de huit à dix ans

KHALED TAKTEK, professeur,
Collège Militaire Royal du Canada

ROBERT RIGAL, professeur,
Université du Québec à Montréal

RÉSUMÉ • Le présent article compare les effets de stratégies pédagogiques d'imagerie mentale combinée à la pratique physique, de pratique physique spécifique et de pratique physique variable sur l'apprentissage d'une tâche motrice discrète chez des enfants de huit à dix ans. La tâche expérimentale consistait à imprimer à une voiture miniature une poussée de la main non dominante pour qu'elle atteigne, après un temps de mouvement bien déterminé, une distance cible. Les résultats ont démontré que les performances obtenues par les participants des différentes stratégies pédagogiques varient en fonction de plusieurs facteurs tels que la variable dépendante mesurée ; le paramètre du mouvement ; le sexe des participants ; etc. Ces résultats furent discutés à la lumière de la théorie piagétienne.

Introduction et problématique de recherche

L'efficacité des stratégies pédagogiques dans l'optimisation des apprentissages scolaires a suscité de vifs débats entre les enseignants, les psychologues et les chercheurs en matière d'activités physiques et sportives (Famose, 1987, 1991 ; Hall, Bernoties et Schmidt, 1995 ; Ommundsen, 2003). Dans sa théorie des boucles fermées, Adams (1971, 1976), par exemple, stipule que l'apprentissage moteur se procure quand les conditions de pratique sont identiques et stables. Par conséquent, les partisans de ce point de vue behavioriste ont adopté une stratégie pédagogique mettant l'accent sur l'efficacité de la pratique physique spécifique (Taktek et Hochman, 2004).

Contrairement à la théorie d'Adams (1971), Schmidt (1975, 1976) souligne que c'est plutôt la solution du problème que pose la tâche motrice qui est apprise et non le mouvement qui en résulte. Selon cet auteur, la pratique physique effectuée dans des « conditions initiales » diversifiées conduit à de meilleures performances de transfert. Ainsi, les tenants de ce point de vue cognitiviste ont privilégié des stratégies pédagogiques basées sur l'importance de la pratique physique variable (Schmidt et Lee, 1999 ; Van Rossum, 1990).

Plus récemment, une nouvelle stratégie pédagogique basée sur la représentation mentale, notamment l'imagerie mentale, a occupé une place d'intérêt assez privi-

légée dans le contexte général de l'éducation (Fleckenstein, 2002; Gardou, 1995; Martins, 2002; Sheikh et Sheikh, 1985). Le concept d'imagerie est utilisé dans plusieurs domaines de la psychologie pour traduire un processus de représentation d'entités matérielles statiques ou dynamiques et d'événements passés, présents ou futurs en absence des stimuli externes (Decety, 1989; Denis, 1989; Taktek, 2004). L'imagerie traduit en fait une expérience de simulation qui se vit dans le cerveau tout en conservant une similitude structurale avec l'expérience perceptive (Weinberg et Gould, 2003). L'imagerie peut faire appel à plusieurs sens, notamment les sens kinesthésique (sensation musculaire, proprioception, état neurophysiologique, émotif, affectif, etc.), visuel (visualisation de l'espace, de la grandeur ou amplitude du mouvement, du rythme, de la vitesse, etc.) et auditif (imagination du bruit provenant du milieu environnant, des instructions données par l'intervenant, les pairs, les protagonistes, etc.). L'activité d'imagerie permet l'acquisition de connaissances et le développement d'habiletés en lecture (Fleckenstein, 2002; Wharton, 1985), écriture (Fleckenstein, 2002; Galyean, 1985), langage (Paivio, 1971; 1983), mathématiques (De La Garanderie, 1994; Vandervert, 2003) et résolution de problèmes (Kaufman et Helstrup, 1985).

Certains chercheurs ont suggéré que l'imagerie mentale améliore les différentes formes du fonctionnement cognitif (Cumming et Ste-Marie, 2001; Decety, 1991; Paivio, 1971, 1985; Weinberg et Gould, 2003) ainsi que la planification des gestes corporels (Decety, 1989; Nadeau, Giguère et Paiement, 1990). D'autres ont souligné le rôle de l'imagerie mentale dans le développement de la performance motrice chez des débutants (Martin et Hall, 1995; Taktek, Salmoni et Rigal, 2004; Zhang, Orlick et Zizelsberger, 1992) ainsi que chez des athlètes de haut niveau (Gould, Damarjian et Greenleaf, 2002; Murphy et Martin, 2002). Bien que le rôle de l'imagerie mentale dans la maîtrise des habiletés cognitivo-motrices soit défendu par la majorité des chercheurs, les paramètres sur lesquels elle se base sont partiels. Ces paramètres comprennent les composantes visuelles et/ou kinesthésiques (Chevalier, Denis et Boucher, 1987; Hall, Buckolz et Fishburne, 1992). Très peu d'étude, par contre ont privilégié le paramètre temporel qui représente pourtant une composante essentielle dans le contrôle du mouvement (Féry, 2003; Féry et Morizot, 2000; Jeannerod, 1994; Schmidt et Lee, 1999).

Dans le domaine de la psychologie cognitive, c'est à Piaget ainsi que Piaget et Inhelder que revient le mérite de tracer le développement ontogénétique de la perception (sensori-motricité) et de la représentation mentale (intelligence) de chacun des paramètres force (Piaget, 1973b, 1973c), temps (Piaget, 1973a, 1973b) et espace (Piaget et Inhelder, 1966, 1981). Ces auteurs stipulent que la représentation de ces paramètres comporte en ses racines une composante sensori-motrice et dépend de l'expérience perceptive ou motrice entreprise par l'enfant. L'activité perceptivo-motrice permet l'établissement des relations spatiales et la naissance des notions géométriques (Pallascio, Allaire et Mongeau, 1992, 1993), l'élaboration des relations spatio-temporelle et la naissance des notions de vitesse (Piaget, 1972), la formation des relations de force et l'établissement des notions mathématiques

(Piaget, 1973c). Piaget (1973a, 1973c) ainsi que Piaget et Inhelder (1966, 1981) mettent en évidence que les enfants de l'âge opératoire concret (7-8 à 11-12 ans) sont capables de maîtriser la notion de force, de se représenter l'espace et d'assimiler la notion de temps. D'autre part, Piaget et Inhelder (1966, 1981) précisent qu'avec l'avènement des opérations concrètes notamment vers l'âge de 7-8 ans débute une capacité d'anticipation imagée permettant la reconstitution des processus cinétiques ou de transformation voir même la prévision des séquences nouvelles et simples (Taktek, Salmoni et Rigal, 2004).

Actuellement, dans le programme d'éducation physique et sportive du primaire, le ministère de l'Éducation du Québec propose des objectifs d'étude tenant compte d'actions liées aux principaux paramètres du mouvement comme les actions liées à l'utilisation de l'espace, celles liées au temps d'exécution et celles liées à la sollicitation de l'énergie (MEQ, 1981, p. 34-39). Toutefois, aucune mention n'est faite à propos des stratégies pédagogiques telles que l'imagerie mentale (surtout en ce qui concerne le deuxième cycle du primaire, MEQ, 1983, p. 27) malgré le rôle important qu'elle puisse jouer dans le développement du fonctionnement cognitif et dans l'optimisation de l'apprentissage des élèves (Decety, 1989; Denis, 1989; Paivio, 1985; Weinberg et Gould, 2003). C'est précisément cette stratégie d'imagerie manipulée au niveau des paramètres temps, force et espace qui sera explorée et comparée à des stratégies de pratique physique spécifique (Adams, 1971) et variable (Schmidt, 1975). À partir de ces stratégies pédagogiques sera déterminée celle qui est la plus efficace pour l'apprentissage, d'une part, d'une tâche motrice discrète et, d'autre part, d'une nouvelle tâche similaire à celle pratiquée auparavant et non identique. Il s'agit dans ce cas d'une « tâche de transfert » (Schmidt, 1975; Schmidt et Lee, 1999).

Facteurs expliquant l'inconsistance des résultats obtenus par les recherches traitant de l'hypothèse de l'imagerie mentale

Bien que le rôle de l'imagerie mentale dans la maîtrise du mouvement soit soutenu par plusieurs chercheurs, les résultats sur lesquels débouche cette stratégie d'imagerie ont été divergents, voir même contradictoires (Decety, 1989; Feltz et Landers, 1983; Hinshaw, 1991; Taktek, 2004). En effet, certaines études révèlent que l'imagerie mentale (IM) produit des résultats inférieurs à la pratique physique (PP) (Chevalier, Denis et Boucher, 1987; Fishburne et Hall, 1987; Kohl, Ellis et Roenker, 1992). D'autres rapportent des effets équivalents entre ces deux conditions (Hall, Bernoties et Schmidt, 1995; Taktek, Salmoni et Rigal, 2004). D'autres encore indiquent que la combinaison de l'IM et de la PP produit des résultats supérieurs à ceux de la PP seule (Kohl, Ellis et Roenker, 1992; Taktek, 2004). Parmi les facteurs qui peuvent expliquer cette inconsistance des résultats, Hinshaw (1991) et Taktek (2004) soulignent le sexe des participants. Afin de traiter de cette variable, plusieurs études (Eriksen, 1951; Paivio et Clark, 1990; Taktek, Salmoni et Rigal, 2004) distinguent entre les capacités d'imagerie statique et dynamique. Les résultats de ces études révèlent que la capacité d'imagerie dynamique est plus développée chez les

garçons que chez les filles et que c'est tout à fait l'inverse en ce qui a trait à la capacité d'imagerie dynamique (Taktek, 2004). Dans des tâches de construction de scènes avec des jouets, Eriksen (1951) trouve que les filles construisent des scènes statiques de la vie quotidienne (par exemple, des objets qui se trouvent à la maison ou à l'école). Par contre, les garçons préfèrent des jouets qui bougent ou qui représentent des mouvements à l'extérieure (par exemple, des véhicules, des ponts et du trafic). Ces différences sont reliées aux rôles sexuels définis pour les enfants par leur environnement culturel. Par ailleurs, en étudiant la différence entre les sexes dans une tâche de reconnaissance de patrons de mouvements (par exemple, la marche) représentés par un affichage de points lumineux, Price (1988) trouve que les hommes sont plus précis que les femmes dans la perception des mouvements biologiques. Toutefois, la performance des deux sexes s'égalise quand il s'agit d'une perception statique (voir Paivio et Clark, 1990).

Decety (1989), Hall, Bertonies et Schmidt (1995) ainsi que Taktek (2004), pour leur part, ajoutent les capacités individuelles d'imagerie comme variable pouvant influencer l'acquisition des habiletés motrices. Ces capacités réfèrent à l'aptitude de l'individu à évoquer des scènes, des objets ou des mouvements. En général, les apprenants peuvent être classés comme étant hautement ou faiblement imageants en fonction de leur capacité en imagerie. Les apprenants hautement imageants bénéficient de l'imagerie tandis que les apprenants faiblement imageants manifestent de la difficulté à en faire un bon usage dans l'acquisition des habiletés motrices (Denis, 1989; Fishburne et Hall, 1987; Taktek, 2004). L'imagerie peut porter sur les composantes visuelles et/ou kinesthésiques (Chevalier, Denis et Boucher, 1987; Hall, Buckolz et Fishburne, 1992). Alors que l'imagerie visuelle permet la représentation des paramètres spatiaux, l'imagerie kinesthésique favorise l'évocation des paramètres dynamiques relatifs à la force musculaire, la proprioception ou le temps du mouvement (Denis, 1989; Taktek, 2004).

Ainsi, les objectifs principaux de la présente étude consistent à: (a) comparer les effets de trois stratégies pédagogiques, la pratique physique spécifique (Adams, 1971), la pratique physique variable (Schmidt, 1975) et l'imagerie mentale combinée à la pratique physique (Ahsen, 1984, 2001; Decety, 1989; Denis, 1989) sur l'apprentissage d'une tâche motrice discrète chez des enfants de 8-10 ans; (b) déterminer le paramètre temps, force ou espace qui a le plus d'impact sur l'apprentissage d'une tâche motrice discrète; (c) vérifier si des enfants du stade opératoire concret sont capables de se représenter les paramètres temps, force et espace, et d'évoquer des images cinétique à travers des mouvements du propre corps; (d) comparer les capacités d'imagerie des garçons et des filles lors de l'exécution d'une tâche motrice discrète; et (e) vérifier la relation entre la vivacité de l'image du mouvement et la performance motrice.

Méthode

Participants

Un total de 112 élèves a participé à cette étude. Ce sont des élèves de trois écoles primaires de la Commission scolaire des Portages-de-l'Outaouais (Lac-des-Fées, Saint-Rédempteur et Côtes-du-Nord). L'âge des participants variait entre 8-10 ans. Selon Fishburne (1990), les enfants de cette tranche d'âge possèdent des images mentales plus vives que celle des enfants de 6-7 ans. Les participants sélectionnés étaient des droitiers et des droitières (sur la base du test de latéralité d'Oldfield, 1971). Ils ont été volontaires et n'ont bénéficié d'aucune gratification pour leur participation. Les parents ont consenti à la participation de leur(s) enfants.

Les participants ont été répartis en sept groupes de 16 élèves chacun; chaque groupe était composé de 8 filles et de 8 garçons pour contrôler les effets possibles du sexe sur la performance motrice et l'apprentissage moteur (Kosslyn, Margolis, Barret et Goldknopf, 1990). La capacité d'imagerie a été homogène entre les groupes (Hall, Buckolz et Fishburne, 1992).

Matériel

Le matériel expérimental fut emprunté à Taktek, Salmoni et Rigal (2004). Il consistait en une piste linéaire horizontale formée d'une planche en bois de 450 centimètres de longueur et de 80 centimètres de largeur (placée sur une table ajustable) sur laquelle les enfants devaient faire rouler une voiture miniature sur une distance donnée, après lui avoir imprimé une poussée. Un papier gradué en cm, collé sur l'un des côtés de la planche, représentait une échelle de mesure de la distance, calculée entre le point de départ (avant de la voiture) et l'arrière de la voiture arrêtée, après chaque poussée. Sur l'autre côté de la planche, un pointeur de distance était monté indiquant la distance cible à laquelle devait être projetée la voiture. Un chronomètre électronique donnait la durée de chaque poussée. Les consignes d'imagerie préenregistrées étaient données à l'aide d'un magnétophone.

Tâche expérimentale

L'expérience s'est déroulée dans une grande salle de cours (ou un gymnase) où était placé le dispositif expérimental. Le participant imprimait à une voiture miniature une poussée linéaire horizontale de gauche à droite, de la main gauche (main non dominante), vers une distance cible. Le participant se plaçait en position debout, à l'intérieur d'un carré (de 20 centimètres de côté) tracé au sol et espacé de 20 centimètres de l'extrémité gauche vers la droite de la planche (point de départ de la voiture). Dès que le participant amorçait son mouvement de poussée avec la main gauche, la voiture quittait le contact arrière activant automatiquement un chronomètre électronique connecté à un micro-ordinateur IBM-PC. En lâchant un capteur placé sur l'un des côtés de la voiture, le chronomètre s'arrêtait à la fin du mouvement de la main gauche. Chaque fois que l'expérimentateur observait, dans la condition de poussée réelle, une poussée en dehors de la planche ou un mouvement inférieur à 100 millisecondes (dû à une erreur du chronomètre), le

participant recommençait son essai. Pour toute autre poussée, le temps de mouvement ainsi que la distance parcourue par la voiture étaient retenus.

Phases de l'expérimentation

La présente étude s'est déroulée en quatre phases principales, soit le pré-test, le traitement, le post-test et le transfert.

Le pré-test consistait à pousser 5 fois une voiture de couleur jaune pesant 240 grammes pour qu'elle parcoure une distance de 150 centimètres. La distance cible était tracée sur la planche, à la craie jaune, en correspondance avec la couleur de la voiture. Le participant disposait d'un temps de mouvement de 2 secondes pour exécuter son geste.

Phase du traitement et conditions expérimentales

Les participants soumis à la première condition de pratique physique variable au niveau du temps (GPPVT) ont exécuté 20 poussées de la voiture jaune pour des durées de mouvement de 2 secondes (mouvement lent) et 1 seconde (mouvement rapide), à raison de 10 poussées par durée. Le poids de la voiture jaune et la distance à laquelle elle a été projetée étaient fixes à travers tous les essais, soit 240 grammes et 150 centimètres, respectivement.

Les participants soumis à la deuxième condition de pratique physique variable au niveau de la force (GPPVF) ont exécuté 20 poussées de deux voitures dont les poids égalaient 240 grammes (poids léger; voiture jaune) et 480 grammes (poids lourd; voiture bleue), à raison de 10 poussées par poids. Du plomb était ajouté dans la voiture bleue pour ajuster le poids voulu. La durée du mouvement et la distance à laquelle chaque voiture devait être projetée ont été fixés à 2 secondes et 150 centimètres, respectivement.

Les participants soumis à la troisième condition de pratique physique variable au niveau de l'espace (GPPVE) ont exécuté 20 poussées de la voiture jaune pour qu'elle parcoure des distances de 150 (distance courte; distance cible tracée à la craie jaune) ou 300 centimètres (distance longue; distance cible tracée à la craie rouge), selon la condition expérimentale, à raison de 10 poussées par distance. Le poids de la voiture jaune et la durée du mouvement étaient maintenus fixes, soit 240 grammes et 2 secondes, respectivement.

Les participants soumis à la condition de pratique physique spécifique (GPPS) ont exécuté 20 poussées de la voiture jaune. La durée du mouvement, le poids de la voiture jaune et la distance à laquelle elle devait être projetée étaient de 2 secondes, 240 grammes et 150 centimètres, respectivement.

Les participants exposés aux trois conditions d'imagerie ont exécuté 20 poussées de la voiture jaune, à raison de 10 poussées en pratique physique et 10 poussées en pratique mentale. Les paramètres durée du mouvement, poids de la voiture jaune et distance de déplacement de cette voiture étaient identiques à ceux utilisés par les participants de la condition de pratique physique spécifique. Toutefois, chacun des groupes d'imagerie a reçu une consigne bien spécifique.

Pour les participants exposés à la condition d'imagerie temps combinée à la pratique physique (GITPP), la consigne était :

Place ta main gauche sur la voiture jaune. Ferme les yeux. **Imagine**, de façon aussi nette et précise que possible, le mouvement de ta main gauche qui pousse la voiture jaune pendant 2 secondes, puis libère cette voiture. Ouvre les yeux à la fin du mouvement.

Les participants exposés à la condition d'imagerie force combinée à la pratique physique (GIFPP) ont reçu la consigne suivante :

Place ta main gauche sur la voiture jaune. Ferme les yeux. **Ressens** la force dans les muscles de ta main gauche pour pousser la voiture de 240 grammes puis le relâchement des muscles quand tu libères la voiture. Ouvre les yeux à la fin du mouvement.

Quant aux participants exposés à la condition d'imagerie espace combinée à la pratique physique (GIEPP), ils ont reçu la consigne d'imagerie suivante :

Place ta main gauche sur la voiture jaune. Ferme les yeux. **Imagine**, de façon aussi nette et précise que possible, le déplacement de la voiture jaune jusqu'à la cible située à 150 centimètres. Ouvre les yeux à la fin du mouvement.

Phase du post-test. Le post-test consistait à exécuter 5 poussées réelles de la voiture jaune. Les paramètres temps, force et espace étaient identiques à ceux utilisés lors de la phase du pré-test, soit 2 secondes, 240 grammes et 150 centimètres, respectivement.

Phase du transfert

Le test de transfert consistait à exécuter physiquement 5 poussées d'une nouvelle voiture de couleur noire vers une distance cible, avec des paramètres temps, force et espace n'ayant jamais été utilisés pendant la période de pratique, soit 1,5 secondes, 360 grammes et 225 centimètres, respectivement. La distance cible était tracée sur la planche à la craie noire en correspondance avec la couleur de la voiture.

Procédure

L'expérimentateur a expliqué la tâche, a fait une démonstration et a répondu à toutes les questions posées. Dans la condition de pratique physique spécifique ou variable, les participants ont placé leur mains gauches sur la voiture et l'ont poussée vers la distance cible pendant un temps de mouvement précisé à l'avance. Par contre, dans la condition d'imagerie, les participants ont dû fermer leurs yeux, placer leur mains gauches sur la voiture et imaginer ou ressentir le mouvement réel de poussée du bras. Les erreurs de temps ont été enregistrées directement par un micro-ordinateur IBM-PC. Après chaque essai, le participant a été informé de la durée de son mouvement et de la distance parcourue par la voiture (Taktek, Salmnoni et Rigal, 2004).

Les participants des trois conditions de pratique physique variable temps (GPPVT), force (GPPVF) et espace (GPPVE) sont passés de la première à la

deuxième variation après chaque bloc de 5 essais (Pigott et Shapiro, 1984). L'alternance entre les pratiques physique et mentale, dans les conditions d'imagerie temps (GITPP), force (GIFPP) et espace (GIEPP) combinée à la pratique physique a été effectuée après chaque essai (Kohl, Ellis et Roenker, 1992).

Une période de repos de 5 secondes était allouée à chaque participant après chaque mouvement de poussée afin qu'il reçoive du feed-back sur le résultat de son mouvement (temps et distance de poussée) et qu'il se replace pour l'essai suivant. Après chaque série de 5 poussées, il y avait eu une période de repos de 20 secondes. Enfin, une période de 15 minutes. Séparait: (a) le pré-test du traitement; (b) le traitement du post-test; et (c) le post-test du test de transfert. Au tout début de l'expérience, chaque participant devait effectuer deux essais de familiarisation avec la tâche proposée. Ensuite, un total de 35 essais était accordé à chaque participant, soit 5, 20, 5 et 5 essais pendant le pré-test, le traitement, le post-test et le test de transfert, respectivement. En concordance avec les objectifs de la présente étude, les comparaisons des différentes stratégies pédagogiques lors de chacune des phases expérimentales ont été analysées pour chaque interaction même si cette dernière s'avérait non significative (Taktek, Salmnoni et Rigal, 2004).

Résultats

Analyses des résultats de temps et de distance obtenus par les participants des stratégies pédagogiques lors de la phase du traitement

Variable temps: erreurs absolues. Deux interactions doubles sont significatives, soit stratégies pédagogiques X sexe des participants, $F(6,84) = 2,886, p < 0,05$ et numéros des blocs d'essais X stratégies pédagogiques, $F(18, 252) = 2,032, p < 0,01$. Seuls les effets des variables principales stratégies pédagogiques et numéros des blocs d'essais sont significatifs: $F(6,84) = 3,671, p < 0,005$ et $F(3,252) = 17,980, p < 0,001$, respectivement.

L'analyse des effets simples associés à l'interaction double stratégies pédagogiques X sexe des participants a révélé que les différences entre les moyennes des erreurs absolues de temps obtenues par les participants des stratégies pédagogiques furent significatives quel que soit le sexe des participants, $F(6,84) = 3,782, p < 0,005$ et $F(6,84) = 2,775, p < 0,05$, respectivement. De plus, les différences entre les moyennes des erreurs absolues de temps obtenues par les deux sexes furent seulement significatives quand il s'agissait des participants des stratégies pédagogiques de pratique physique variable au niveau de la force (GPPVF, $F(1,84) = 4,802, p < 0,05$) et de pratique physique spécifique (GPPS, $F(1,84) = 8,515, p < 0,005$). Les comparaisons a posteriori des moyennes appliquées aux niveaux des variables stratégies pédagogiques X sexe, par la technique de Sidak, ont démontré que les erreurs absolues de temps obtenues par les garçons de la stratégie pédagogique de pratique physique spécifique (GPPS) furent significativement plus élevées que celles obtenues par les garçons de chacune des stratégies pédagogiques de pratique physique variable au niveau du temps (GPPVT) et d'imagerie temps combinée à la pratique physique (GITPP) (les deux $p < 0,05$).

Quant à l'analyse des effets simples reliés à l'interaction double numéros des blocs d'essais X stratégies pédagogiques, elle a démontré que, d'une part, les différences entre les moyennes des erreurs absolues de temps obtenues par les participants des stratégies pédagogiques, lors de la phase du traitement, furent significatives seulement quand il s'agissait du numéro du bloc d'essais 2, 3 ou 4, $F(6,84) = 4,349, p \leq 0,001$; $F(6,84) = 2,274, p < 0,05$ et $F(6,84) = 4,219, p \leq 0,001$, respectivement. D'autre part, les différences entre les moyennes des erreurs absolues de temps relatives aux numéros des blocs d'essais furent seulement significatives quand il s'agissait des stratégies pédagogiques de pratique physique variable au niveau du temps (GPPVT, $F(3,82) = 14,087, p < 0,001$); force (GPPVE, $F(3,82) = 3,920, p < 0,05$) et de pratique physique spécifique (GPPS, $F(3,82) = 3,721, p < 0,05$). Les comparaisons a posteriori des moyennes appliquées aux niveaux des variables blocs d'essais X stratégies pédagogiques ont révélé que: (a) lors du bloc d'essais 2, les erreurs absolues de temps obtenues par les participants de la stratégie pédagogique de pratique physique variable au niveau du temps (GPPVT) furent significativement moins élevées que celles obtenues par les participants de chacune des stratégies pédagogiques de pratique physique variable au niveau de la force (GPPVE, $p < 0,05$), espace (GPPVE, $p \leq 0,001$) et d'imagerie force combinée à la pratique physique (GIFPP, $p \leq 0,05$). Les erreurs absolues de temps obtenues par les participants de la stratégie pédagogique d'imagerie temps combinée à la pratique physique GITPP furent significativement moins élevées que celles obtenues par les participants de la stratégie pédagogique de pratique physique variable au niveau de l'espace (GPPVE, $p < 0,05$); et (b) lors du bloc d'essais 4, les erreurs absolues de temps obtenues par les participants de la stratégie pédagogique de pratique physique variable au niveau de l'espace (GPPVE) furent significativement plus élevées que celles obtenues par les participants de chacune des stratégies pédagogiques de pratique physique variable au niveau du temps (GPPVT, $p \leq 0,001$) et d'imagerie temps combinée à la pratique physique (GITPP, $p \leq 0,01$). D'autre part, les erreurs absolues de temps obtenues par les participants de la stratégie pédagogique de pratique physique variable au niveau du temps (GPPVT) lors du bloc d'essais 1 furent significativement plus élevées que celles obtenues lors de chacun des blocs d'essais 2 ($p < 0,001$), 3 ($p < 0,005$) et 4 ($p < 0,001$). Les erreurs absolues de temps obtenues par les participants de la stratégie pédagogique de pratique physique variable au niveau de la force (GPPVF) lors du bloc d'essais 1 furent significativement plus élevées que celles obtenues lors de chacun des blocs d'essais 3 ($p < 0,05$) et 4 ($p < 0,01$). Lors de ce dernier bloc d'essais, les erreurs absolues de temps obtenues par les participants de la stratégie pédagogique de pratique physique spécifique (GPPS) furent significativement moins élevées que celles obtenues lors de du bloc d'essais 1 ($p < 0,01$).

Une seule interaction double est significative, soit numéros des blocs d'essais X stratégies pédagogiques, $F(18,252) = 12,711, p < 0,001$. Seuls les effets des variables principales stratégies pédagogiques et numéros des blocs d'essais sont significatifs: $F(6,84) = 20,365, p < 0,001$ et $F(3,252) = 16,386, p < 0,001$, respectivement.

L'analyse des effets simples associés à l'interaction double numéros des blocs d'essais X stratégies pédagogiques a démontré que, tout d'abord, les différences entre les moyennes des erreurs absolues de distance obtenues, lors de la phase du traitement, par les participants des différentes stratégies pédagogiques furent significatives seulement quand il s'agissait des blocs d'essais 1, 2 et 4, soit $F(6,84) = 2,220, p < 0,05$; $F(6,84) = 28,837, p < 0,001$ et $F(6,84) = 26,945, p < 0,001$, respectivement. Ensuite, les différences entre les moyennes des erreurs absolues de distance relatives aux numéros des blocs d'essais furent seulement significatives quand il s'agissait des stratégies pédagogiques de pratique physique variable au niveau du temps (GPPVT, $F(3,82) = 3,584, p < 0,05$), espace (GPPVE, $F(3,82) = 67,310, p < 0,001$), de pratique physique spécifique (GPPS, $F(3,82) = 3,500, p < 0,05$) et d'imagerie force combinée à la pratique physique (GIFPP, $F(3,82) = 3,567, p < 0,05$). Les comparaisons a posteriori des moyennes appliquées aux niveaux des variables blocs d'essais X stratégies pédagogiques ont révélé que: (a) lors du bloc d'essais 1, les erreurs absolues de distance obtenues par les participants de la stratégie pédagogique de pratique physique spécifique (GPPS) furent significativement plus élevées que celles obtenues par les participants de la stratégie pédagogique d'imagerie espace combinée à la pratique physique (GIEPP, $p < 0,05$); (b) lors du bloc d'essais 2, les erreurs absolues de distance obtenues par les participants de la stratégie pédagogique de pratique physique variable au niveau de l'espace (GPPVE) furent significativement plus élevées que celles obtenues par les participants de chacune des stratégies pédagogiques de pratique physique variable au niveau du temps (GPPVT) et force (GPPVF), de pratique physique spécifique (GPPS), d'imagerie temps (GITPP), force (GIFPP) et espace (GIEPP) combinée à la pratique physique (tous les $p < 0,001$); et (c) lors du bloc d'essais 4, les erreurs absolues de distance obtenues par les participants de la stratégie pédagogique de pratique physique variable au niveau du temps (GPPVT) furent significativement plus élevées que celles obtenues par les participants de la stratégie pédagogique d'imagerie force combinée à la pratique physique GIFPP ($p \leq 0,01$) et celles obtenues par les participants de la stratégie pédagogique de pratique physique variable au niveau de l'espace (GPPVE) furent significativement plus élevées que celles obtenues par les participants de chacune des stratégies pédagogiques de pratique physique variable au niveau du temps (GPPVT), force (GPPVF), de pratique physique spécifique (GPPS), d'imagerie temps (GITPP), force (GIFPP) et espace (GIEPP) combinée à la pratique physique (tous les $p < 0,001$). D'autre part, les erreurs absolues de distance obtenues par les participants de la stratégie pédagogique de pratique physique variable au niveau du temps (GPPVT) lors des blocs d'essais 2 furent significativement plus élevées que celles obtenues lors du bloc d'essais 3 ($p \leq 0,01$). Les erreurs absolues de distance obtenues par les participants de la stratégie pédagogique pratique physique variable au niveau de l'espace (GPPVE) lors du bloc d'essais 4 furent significativement moins élevées que celles obtenues lors du bloc d'essais 2 ($p < 0,001$) mais significativement plus élevées que celles obtenues lors de chacun des blocs d'essais 1 et 3 (les deux $p < 0,001$). Lors

de chacun de ces deux derniers blocs d'essais, les erreurs absolues de distance obtenues par les participants de la stratégie pédagogique de pratique physique variable au niveau de l'espace (GPPVE) furent significativement moins élevées que celles obtenues lors du bloc d'essais 2 (les deux $p < 0,001$). Les erreurs absolues de distance obtenues par les participants de chacune des stratégies pédagogiques de pratique physique spécifique (GPPS) et d'imagerie force combinée à la pratique physique (GIFPP) lors du bloc d'essais 1 furent significativement plus élevées que celles obtenues lors du bloc d'essais 4 (les deux $p < 0,05$).

Analyses des résultats de temps et de distance obtenus par les participants des stratégies pédagogiques lors des différentes phases d'expérimentation (pré-test, post-test et transfert)

Variable temps : erreurs absolues. L'interaction double phases d'expérimentation X sexe est significative : $F(2,168) = 6,464, p < 0,005$. Seul le facteur principal phases d'expérimentation fait apparaître un effet significatif : $F(2,168) = 242,981, p < 0,001$.

L'analyse des effets simples associés à l'interaction double phases d'expérimentation X sexe a démontré que, premièrement, les différences entre les moyennes des erreurs absolues de temps obtenues par les garçons et les filles furent seulement significatives lors de la phase du pré-test, $F(1,84) = 7,201, p < 0,01$. Deuxièmement, les différences entre les moyennes des erreurs absolues de temps obtenues lors des phases d'expérimentation furent significatives quel que soit le sexe des participants (garçon versus fille), soit $F(2,83) = 76,934$, et $F(2,83) = 113,967$, respectivement, tous les $p < 0,001$. Les comparaisons a posteriori des moyennes ont révélé que les erreurs absolues de temps obtenues par les garçons ou les filles lors de la phase du transfert furent significativement moins élevées que celles obtenues lors de chacune des phases du pré-test et du post-test (tous les $p < 0,001$). Lors de cette dernière phase, les erreurs absolues de temps obtenues par les garçons ou les filles furent significativement moins élevées que celles obtenues lors de la phase du pré-test (tous les $p < 0,001$).

L'analyse des effets simples associés à l'interaction double phases d'expérimentation X stratégies pédagogiques a démontré que, d'une part, les différences entre les moyennes des erreurs absolues de temps obtenues par les participants des sept stratégies pédagogiques furent seulement significatives lors de la phase du post-test, soit $F(6,84) = 3,846, p < 0,005$. D'autre part, les différences entre les moyennes des erreurs absolues de temps obtenues lors des phases d'expérimentation furent significatives quelle que soit la stratégie pédagogique de pratique physique variable au niveau du temps (GPPVT), force (GPPVF), espace GPPVE), groupe de pratique physique spécifique (GPPS), groupe d'imagerie temps (GITPP), force (GIFPP) ou espace (GIEPP) combinée à la pratique physique : $F(2,83) = 38,198$; $F(2,83) = 26,206$; $F(2,83) = 35,064$; $F(2,83) = 28,105$; $F(2,83) = 17,917$; $F(2,83) = 24,095$ ou $F(2,83) = 30,574$, respectivement, tous les $p < 0,001$. Les comparaisons a posteriori des moyennes ont révélé que, lors de la phase du post-test, les erreurs

absolues de temps obtenues par les participants de la stratégie pédagogique imagerie temps combinée à la pratique physique (GITPP) furent significativement moins élevées que celles obtenues par les participants de chacune des stratégies pédagogiques de pratique physique variable au niveau de l'espace (GPPVE, $p < 0,005$), d'imagerie force (GIFPP, $p < 0,05$) et espace (GIEPP, $p < 0,05$) combinée à la pratique physique. De plus, les erreurs absolues de temps obtenues par les participants de la stratégie pédagogique de pratique physique variable au niveau du temps (GPPVT), force (GPPVF), espace (GPPVE), de pratique physique spécifique (GPPS), d'imagerie temps (GITPP), force (GIFPP) ou espace (GIEPP) combinée à la pratique physique lors de la phase du pré-test furent significativement plus élevées que celles obtenues lors de chacune des phases du post-test (tous les $p \leq 0,001$) et du transfert (tous les $p < 0,001$). Lors de cette dernière phase, les erreurs absolues de temps obtenues par les participants de chacune des stratégies pédagogiques de pratique physique variable au niveau du temps (GPPVT), force (GPPVF), espace (GPPVE), pratique physique spécifique (GPPS), imagerie force (GIFPP) et imagerie espace (GIEPP) combinée à la pratique physique furent significativement moins élevées que celles obtenues lors de la phase du post-test ($p < 0,05$; $p < 0,05$; $p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$ et $p < 0,001$, respectivement).

Variable distance: erreurs absolues. Une seule interaction double est significative, soit phases d'expérimentation X stratégies pédagogiques, $F(12,168) = 4,151$, $p < 0,001$. Les effets des variables principales stratégies pédagogiques et phases d'expérimentation sont significatifs: $F(6,84) = 5,450$ et $F(2,168) = 90,720$, respectivement, les deux $p < 0,001$.

L'analyse des effets simples associés à l'interaction double phases d'expérimentation X stratégies pédagogiques a démontré que, d'une part, les différences entre les moyennes des erreurs absolues de distance obtenues par les participants des stratégies pédagogiques furent seulement significatives lors des phases du post-test et du transfert, soit $F(6,84) = 3,160$, $p < 0,01$ et $F(6,84) = 8,470$, $p < 0,001$, respectivement. D'autre part, les différences entre les moyennes des erreurs absolues de distance obtenues lors des diverses phases d'expérimentation furent significatives quelle que soit la stratégie pédagogique de pratique physique variable au niveau du temps (GPPVT), force (GPPVF), espace (GPPVE), pratique physique spécifique (GPPS), imagerie temps (GITPP), force (GIFPP) ou espace (GIEPP) combinée à la pratique physique: $F(2,183) = 22,806$; $F(2,83) = 18,361$; $F(2,83) = 23,908$; $F(2,83) = 34,932$; $F(2,83) = 40,371$; $F(2,83) = 26,789$ ou $F(2,83) = 16,529$, respectivement, tous les $p < 0,001$. Les comparaisons a posteriori des moyennes ont révélé que lors de chacune des phases du post-test et du transfert, les erreurs absolues de distance obtenues par les participants de la stratégie pédagogique de pratique physique variable au niveau du temps (GPPVT) furent significativement plus élevées que celles obtenues par les participants de la stratégie pédagogique d'imagerie force combinée à la pratique physique (GIFPP) (les deux $p < 0,05$). Lors de

la phase du transfert, les erreurs absolues de distance obtenues par les participants de la stratégie pédagogique d'imagerie temps combinée à la pratique physique (GITPP) furent significativement plus élevées que celles obtenues par les participants de chacune des stratégies pédagogiques de pratique physique variable au niveau de la force (GPPVF) ($p \leq 0,001$), espace (GPPVE) ($p < 0,005$), imagerie force combinée à la pratique physique (GIFPP) ($p < 0,001$) et imagerie espace combinée à la pratique physique (GIEPP) ($p \leq 0,001$). Les erreurs absolues de distance obtenues, lors de la phase du transfert, par les participants de la stratégie pédagogique de pratique physique spécifique (GPPS) furent significativement plus élevées que celles obtenues par les participants de chacune des stratégies pédagogiques d'imagerie force combinée à la pratique physique (GIFPP) ($p < 0,001$) et imagerie espace combinée à la pratique physique (GIEPP) ($p < 0,05$). De plus, les erreurs absolues de distance obtenues par les participants de chacune des stratégies pédagogiques de pratique physique variable au niveau du temps (GPPVT), force (GPPVF), espace (GPPVE), pratique physique spécifique (GPPS), imagerie temps (GITPP), force (GIFPP) et espace (GIEPP) combinée à la pratique physique lors de la phase du post-test furent significativement moins élevées que celles obtenues lors de chacune des phases du pré-test ($p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$; $p \leq 0,001$; $p < 0,05$; $p < 0,001$ et $p \leq 0,001$, respectivement) et du transfert ($p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,01$ et $p < 0,001$, respectivement). Les erreurs absolues de distance obtenues par les participants de chacune des stratégies pédagogiques de pratique physique spécifique (GPPS) et d'imagerie temps combinée à la pratique physique (GITPP) lors de la phase du transfert furent significativement plus élevées que celles obtenues lors de la phase du pré-test ($p < 0,05$ et $p < 0,001$, respectivement). Lors de cette dernière phase, les erreurs absolues de distance obtenues par les participants de la stratégie pédagogique d'imagerie force combinée à la pratique physique (GIFPP) furent significativement plus élevées que celles obtenues lors de la phase du transfert ($p < 0,001$).

Analyse des relations entre la capacité d'imagerie et la performance motrice

Dans la totalité des analyses de variance des erreurs absolues de temps et de distance obtenues lors des différentes phases d'expérimentation (pré-test, post-test, traitement et transfert), le facteur principal relatif à la capacité d'imagerie (hautement versus faiblement imageant) n'a reflété aucune différence significative entre les deux catégories de participants. Par ailleurs, les coefficients de corrélation entre les scores obtenus par les participants hautement et faiblement imageants au QVIM et leurs moyennes (des erreurs absolues) de temps et de distance réalisées lors de chacune des phases du pré-test, traitement, post-test et transfert sont presque nulles. Les seules corrélations significatives existent entre les deux niveaux de la variable capacité d'imagerie, soit entre l'imagerie en perspective externe et l'imagerie en perspective interne ($r = 0,922$).

Discussion

Comparaisons des stratégies pédagogiques lors de la phase du traitement

Les erreurs absolues de temps produites par les sept stratégies pédagogiques ont été pratiquement équivalentes lors de chacun des blocs d'essais 1 et 3 ; elles furent significativement différentes lors de chacun des blocs d'essais 2 et 4. Ceci est probablement dû au fait que lorsque les principaux paramètres du mouvement temps, force et espace étaient maintenus fixes (soit, 2 secondes, 240 grammes et 150 centimètres, respectivement) lors du bloc d'essais 1 ou 3, les exigences de la tâche motrice de temps étaient identiques entre les différentes stratégies pédagogiques et, par conséquent, les participants de ces stratégies se sont probablement représentés de la même façon le paramètre temps du schéma moteur. Par contre, lorsque le protocole expérimental a imposé, lors du bloc d'essais 2 ou 4, des variations ou des consignes d'imagerie au niveau de chacun des principaux paramètres (temps, force et espace) du mouvement, les participants de la stratégie pédagogique de pratique physique variable au niveau du temps (GPPVT) ont été les seuls à bénéficier de la diminution de l'intervalle de temps de 2 secondes. (lors du bloc d'essai 1 ou 3) à 1 seconde

(lors du bloc d'essais 2 ou 4). D'ailleurs, les erreurs absolues de temps montrent que ces participants ont été en mesure d'évaluer significativement mieux les intervalles de temps courts que les intervalles de temps longs.

Contrairement à la stratégie pédagogique de pratique physique variable au niveau du temps (GPPVT), la stratégie pédagogique de pratique physique variable au niveau de l'espace (GPPVE) n'a pas été avantageuse pour l'optimisation des performances (erreurs absolues) de temps réalisées lors de chacun des blocs d'essais 2 et 4. Ceci pourrait être expliqué par le fait que la variation imposée au niveau du paramètre espace a empêché les participants de cette stratégie pédagogique de tenir compte du paramètre temps du schéma moteur et, par conséquent, ils ont trouvé de la difficulté à surmonter « la haute interférence contextuelle » (Shea et Morgan, 1979, p. 186) causée par la variation de la distance cible et de l'intervalle de temps exigé.

Les interactions entre les numéros des blocs d'essais et les stratégies pédagogiques ont révélé que l'amélioration des performances de temps entre les blocs d'essais a été assez claire chez les participants de la stratégie pédagogique de pratique physique variable au niveau du temps (GPPVT) ou la force (GPPVF) mais absente chez les participants de chacune des autres stratégies pédagogiques. De plus, les performances de distance associées à la stratégie pédagogique de pratique physique variable au niveau de l'espace (GPPVE) ont subi une dégradation du bloc d'essais 1 au bloc d'essais 4. Ces résultats pourraient s'expliquer par les quatre principaux facteurs suivants : (a) la diminution de l'intervalle de temps utilisé de 2 secondes. (lors du bloc d'essais 1 ou 3) à 1 seconde (lors du bloc d'essais 2 ou 4) ; (b) l'augmentation de la distance de 150 centimètres (lors du bloc d'essais 1 ou 3) à 300 centimètres (lors du bloc d'essais 2 ou 4) ; (c) l'interférence contextuelle causée par le contrôle simultané de la précision au niveau du temps et la

précision au niveau de la distance; et (d) la difficulté à établir un rapport entre la distance cible et la force de poussée suite à l'augmentation de la distance.

Effets du sexe des participants sur l'apprentissage d'une tâche motrice discrète lors de la phase du traitement

Les interactions sexe des participants X stratégies pédagogiques ont révélé que, lors de la phase du traitement, la seule différence entre les participants des deux sexes se situe au niveau des stratégies pédagogiques GPPS et GPPVF. Alors que, la première a permis aux filles d'obtenir des erreurs absolues de temps significativement moins élevées que celles réalisées par les garçons, la seconde a produit chez ces derniers des erreurs absolues de temps significativement inférieures à celles obtenues par les filles. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que l'exécution du même mouvement a permis aux filles, lors de la phase du traitement, de mieux se concentrer sur la tâche expérimentale et que l'augmentation du poids de la voiture de 240 grammes (lors du bloc d'essais 1 ou 3), à 480 grammes (lors des blocs d'essais 2 ou 4) les a empêchées d'assurer le contrôle de la précision au niveau du temps du mouvement. Par contre, chez les garçons, la répétition monotone du même mouvement a probablement été une cause d'ennui et de distraction quant à la représentation adéquate du paramètre temps du schéma moteur. D'autre part, l'augmentation du poids de la voiture de 240 grammes (lors du bloc d'essais 1 et 3), à 480 grammes (lors des blocs d'essais 2 et 4), a probablement permis aux garçons d'assurer un meilleur contrôle de la précision du temps compte tenu de la réduction de la vitesse de l'engin. De façon générale, les garçons, comparative-ment aux filles, différencient mieux leur force musculaire mais ils tolèrent moins la répétition monotone des mouvements. Ainsi, incombe-t-il à l'intervenant de sélectionner parmi les stratégies pédagogiques (GPPS et GPPVF) celle qui convient le mieux à l'optimisation des performances motrices des apprenants (garçons ou filles) surtout quand l'objectif principal recherché à travers l'enseignement des activités physiques et sportives porte sur l'amélioration immédiate et à court terme (phase du traitement) du résultat de l'apprentissage moteur. La prochaine section de ce papier discutera de l'apprentissage à long terme (lors de la phase du post-test) et de sa généralisation, lors de la phase du transfert.

Comparaisons des stratégies pédagogiques lors de l'apprentissage d'une tâche motrice discrète et la réalisation d'une tâche motrice de transfert

Les interactions entre les stratégies pédagogiques et les phases d'expérimentation ont fait ressortir que, lors de la phase du pré-test, les erreurs absolues de temps et de distance obtenues par les participants des différentes stratégies pédagogiques ont été équivalentes, ce qui confirme l'homogénéité de leur niveau d'habileté motrice initiale (Decety, 1989; Hall, Buckolz et Fishburne, 1992; Taktek, 2004).

D'autre part, chacune des stratégies pédagogiques d'imagerie temps (GITPP), force (GIFPP) et espace (GIEPP) combinée à la pratique physique a produit, comparativement à la stratégie pédagogique de pratique physique spécifique (GPPS)

des performances (erreurs absolues) de temps équivalentes (lors de chacune des phases expérimentales) et des erreurs absolues de distance significativement moins élevées, notamment lors de la phase du transfert (dans le cas de la stratégie pédagogique d'imagerie force (GIFPP) ou espace (GIEPP) combinée à la pratique physique). Ainsi, la première hypothèse de la présente étude, selon laquelle la stratégie pédagogique d'imagerie mentale combinée à la pratique physique produira des performances supérieures à celles réalisées par chacune des stratégies pédagogiques de pratique physique spécifique ou variable, se trouve partiellement confirmée. Ces résultats vont dans le même sens que ceux rapportés par Decety, Jeannerod et Prablanc (1989). En effet, en comparant les temps et les erreurs de distances dans une tâche de marche (en aveugle) physique et mentale vers des distances cibles fixes (5, 10 et 15 mètres), ces auteurs (1989) ont trouvé que les participants du groupe combinant l'imagerie mentale à la pratique physique obtenaient des erreurs de direction et de distance moins élevées que celles réalisées par les participants du groupe de la pratique physique seule. Cependant, les temps de marche (en aveugle) des deux groupes étaient équivalents.

Les erreurs absolues de temps et de distance produites, lors de la phase du post-test ou du transfert, par les stratégies pédagogiques d'imagerie mentale associée à la pratique physique et la pratique physique variable ont été équivalentes pour chaque niveau des paramètres temps (stratégie de pratique physique variable au niveau du temps (GPPVT) = stratégie d'imagerie temps combinée à la pratique physique (GITPP)); force (stratégie de pratique physique variable au niveau de la force (GPPVF) = stratégie d'imagerie force combinée à la pratique physique (GIFPP)); et espace (stratégie de pratique physique variable au niveau de l'espace (GPPVE) = stratégie d'imagerie espace combinée à la pratique physique (GIEPP)). Ces résultats unissent entre les prédictions de deux théories différentes d'apprentissage moteur, soit la théorie de Schmidt (1975) relative à la variabilité de la pratique physique et la théorie de l'imagerie mentale combinée à la pratique physique (Ahsen, 1984; Decety, 1989; Denis, 1989). Cette équivalence des résultats témoigne donc de l'efficacité de l'imagerie mentale dans l'acquisition des habiletés motrices (Gould, Damarjian et Greenleaf, 2002; Martin et Hall, 1995; Murphy et Martin, 2002; Weinberg et Gould, 2003) et pourraient être expliqués par la similarité des processus neuraux engagés par l'imagerie mentale et la pratique physique (Decety, Philippon et Ingvar, 1988; Decety, Sjöholm, Ryding, Stenberg et Ingvar, 1990) ainsi que par la communauté de leurs rôles de cognition (Cumming et Ste-Marie, 2001; Paivio, 1985), de motivation (Hall, Mack et Paivio, 1998), de préparation (Jeannerod, 1994), de concentration (Deschaumes-Molinario, Dittmar et Vernet-Maury, 1991) et/ou de mémorisation (Goss, Hall, Buckolz et Fishburne, 1986; Kohl, Ellis et Roenker, 1992).

Les résultats de cette étude ont également fait ressortir que les stratégies pédagogiques d'imagerie mentale temps (GITPP), force (GIFPP) et espace (GIEPP) combinée à la pratique physique ne produisent pas toujours les mêmes effets sur les performances motrices. En effet, quand la variable dépendante mesurée dans

l'étude porte sur la distance, les consignes d'imagerie les plus efficaces pour la réalisation d'une tâche motrice de transfert sont celles mettant l'accent sur le paramètre espace (stratégie d'imagerie espace combinée à la pratique physique (GIEPP); composante visuelle) ou force (stratégie d'imagerie force combinée à la pratique physique (GIFPP); composante kinesthésique). Par contre, quand la variable dépendante porte sur le temps, la consigne d'imagerie la plus appropriée pour la performance d'une tâche motrice de post-test s'avère celle mettant l'accent sur le paramètre temps (stratégie d'imagerie temps combinée à la pratique physique (GITPP); composante temporelle). Ces résultats pourraient être expliqués par la similarité entre la variable dépendante mesurée et le paramètre évoqué lors de la stratégie pédagogique d'imagerie. En règle générale, plus cette similarité est grande, plus les performances motrices des participants sont efficaces, et vice versa (Kohl, Ellis et Roenker, 1992; Wrisberg, Winter et Kuhlman, 1987). Comme la stratégie pédagogique d'imagerie force combinée à la pratique physique (GIFPP) n'a pas toujours reflété les meilleures performances de temps et de distance, la deuxième hypothèse de la présente étude (des enfants de 8-10 ans soumis à une stratégie pédagogique d'imagerie force combinée à la pratique physique produiront les meilleurs résultats d'apprentissage) se trouve infirmée.

Les résultats ont également révélé que pour la variable dépendante temps, les erreurs absolues obtenues par les participants de chacune des sept stratégies pédagogiques ont été significativement moins élevées lors de la phase du transfert comparativement à celle du post-test (à l'exception des participants de la stratégie pédagogique d'imagerie temps combinée à la pratique physique (GITPP) pour qui elles furent équivalentes); c'est tout à fait l'inverse qui s'est produit pour la variable dépendante distance. Si le principe de similarité entre le paramètre manipulé lors de la phase du traitement et la variable dépendante mesurée s'applique à ce niveau, les erreurs obtenues lors de la phase du post-test devraient toujours être significativement inférieures à celles réalisées lors de la phase du transfert, et ce peu importe la variable dépendante mesurée (temps ou distance). Dans ce contexte, se posent différentes questions: pourquoi, pour une même stratégie pédagogique, les performances obtenues lors des phases du post-test et du transfert ont-elles été significativement différentes? Pourquoi à la tâche de post-test, identique à celle du pré-test, les erreurs absolues de temps ont-elles été significativement plus élevées que celles obtenues lors de l'épreuve du transfert mais les erreurs absolues de distance ont-elles été significativement inférieures à celles obtenues lors de cette dernière phase?

Comme le stipule assez bien le protocole expérimental de la présente recherche, l'intervalle de temps accordé, lors de la phase du transfert, aux participants expérimentaux pour déployer leurs mouvements a été plus court que celui auquel ils ont été confrontés lors de la phase du post-test, soit 1,5 secondes et 2 secondes, respectivement. Par contre, lors de cette dernière phase, la distance cible était moins longue (150 centimètres) et le poids de la voiture moins lourd (240 grammes) comparativement à ceux utilisés lors de la phase du transfert à savoir, 225 centimètres et 360

grammes, respectivement. Dans le premier cas, la valeur significativement inférieure des erreurs absolues de temps obtenues, lors de la phase du transfert, pourrait être due à la diminution de l'intervalle de temps mesuré. En revanche, dans le deuxième cas, la valeur significativement supérieure des erreurs absolues de distance réalisées, lors de la phase du transfert, serait plutôt reliée à l'augmentation de la distance cible à atteindre et à l'augmentation du poids de l'engin. La divergence des erreurs absolues de temps et de distance produites lors des phases du post-test et du transfert pourrait donc résulter de l'augmentation ou de la diminution de l'intervalle de temps, du poids de l'engin ou de la distance cible à atteindre. Dans cette recherche, il s'est avéré que plus l'intervalle de temps ou le poids de l'engin et la distance étaient réduits, plus les performances motrices étaient efficaces et vice versa.

Les résultats de temps indiquent que les participants de la présente étude, des enfants du stade opératoire concret (âgés de 8-10 ans), ont été significativement plus habiles à estimer les intervalles de temps courts plutôt que les intervalles de temps longs. Ces résultats vont dans le même sens que ceux rapportés par Fraisse (1967) dans ses études traitant de la psychologie du temps. Quant aux résultats de distance, ils montrent que les participants ont été significativement plus habiles à estimer les courtes distances plutôt que les longues distances. Ces résultats pourraient être expliqués par le fait que chacune des stratégies pédagogiques (à l'exception de la stratégie pédagogique d'imagerie temps combinée à la pratique physique, GITPP) a permis aux participants de développer des schémas moteurs assez sensibles aux variations de temps les plus minimales (de l'ordre de 0,5 seconde). De plus, les participants des sept stratégies pédagogiques ont probablement réussi à mieux combiner les rapports entre la distance cible, le poids de l'engin et la force de poussée quand la distance était courte et le poids léger plutôt que le contraire.

Du point de vue de la théorie développementale de Piaget, l'amélioration significative des performances de temps et de distance obtenues, lors de la phase du post-test et/ou de la phase du transfert comparativement à la phase initiale du pré-test, montre que les participants de chacune des stratégies pédagogiques ont été capables de se représenter les principaux paramètres temps, force et espace à travers le mouvement et non seulement d'avoir une intuition, de percevoir ou de se représenter ces paramètres indépendamment du corps propre. Ainsi, la troisième hypothèse de la présente étude selon laquelle des enfants âgés de 8-10 ans sont capables de se représenter les paramètres temps, force et espace, et d'évoquer des images anticipatrices notamment cinétique lors de l'apprentissage d'une tâche motrice discrète, se trouve confirmée. L'originalité de cette étude consiste donc à donner une application pédagogique à certains résultats des travaux de Piaget (1962, 1970, 1973a, 1973c, 1978) ainsi que Piaget et Inhelder (1966, 1981).

Effets du sexe des participants sur l'apprentissage d'une tâche motrice discrète et la réalisation d'une tâche motrice de transfert

La variable sexe des participants n'a révélé aucune différence significative dans les performances de distance et de temps obtenues lors de l'apprentissage d'une tâche

motrice discrète. Ces résultats infirment la quatrième hypothèse de la présente étude selon laquelle les garçons obtiendront des performances plus élevées que les filles. La tâche expérimentale de la présente étude reposait sur des capacités d'imagerie dynamique plutôt que statique car les principaux paramètres temps, force et espace se reliaient au mouvement. Comme les erreurs absolues de temps obtenues, lors de la phase du pré-test, par les filles furent significativement plus élevées que celles obtenues par les garçons, les conclusions de Price (1988), Eriksen (1951) ainsi que Paivio et Clark (1990) semblent s'appliquer aux résultats de la présente étude. Toutefois, il est important de spécifier que les capacités d'imagerie dynamique peuvent être améliorées de la même façon chez les participants des deux sexes, et ce peu importe la variable dépendante mesurée (temps ou distance).

Selon la théorie du schéma de Schmidt (1975), l'amélioration significative des performances (erreurs absolues) de temps entre les phases expérimentales et son absence pour celles (erreurs absolues) de distance prouve que les garçons et les filles ont accédé, lors de la phase du traitement, à la formation du paramètre temps du schéma moteur et non de ses paramètres espace et/ou force. Autrement dit, le contrôle simultané de la précision au niveau du temps et celle au niveau de la distance a probablement incité les garçons, au même titre que les filles, à porter leur attention sur le paramètre temps du schéma moteur aux dépens de ses paramètres espace et/ou force.

Effets de la capacité d'imagerie sur l'apprentissage d'une tâche motrice discrète

Les résultats de la présente étude ont révélé qu'aucune des analyses de variance n'a fait ressortir un effet significatif du facteur principal capacité d'imagerie sur les performances (erreurs absolues) de temps et de distance obtenues lors de chacune des phases expérimentales. Ces résultats ne supportent pas la cinquième hypothèse de la présente étude selon laquelle des enfants hautement imageants produiront les meilleures performances motrices et vont dans le même sens que ceux rapportés par plusieurs auteurs, entre autres Ryan et Simons (1982) ainsi que Corlett, Anton, Kozub et Tardif (1989). La raison principale couramment évoquée a trait à la faiblesse de la validité des questionnaires utilisés pour mesurer la capacité d'imagerie (Hall, Buckolz et Fishburne, 1992; Taktek, 2004).

Bien que considéré approprié à des participants de *tous âges* (Fournier, Le Cren, Monnier et Halliwell, 1994) et « *à une large variété de participants d'âge et de niveau d'expérience différents* » (Isaac, Marks et Russell, 1986, p. 24; c'est nous qui soulignons), le QVIM pourrait ne pas être valide auprès des enfants de 8-10 ans. D'ailleurs, dans leur article traitant de la validation et de l'adaptation en langue française du QVIM, Fournier et coll. (1994) n'ont d'aucune manière précisé l'âge des participants auprès desquels ils ont administré ce questionnaire. D'autre part, la version anglaise originale du QVIM (VMIQ, *Vividness of Movement Imagery Questionnaire*) a été élaborée par Isaac et ses collaborateurs (1986) sur la base des items du VVIQ (*Vividness of Visual Imagery Questionnaire*) de Marks (1973). Afin

de vérifier la fiabilité, la fidélité et la validité du VMIQ, Isaac et ses collaborateurs (1986, p. 23-27) ont administré leur questionnaire auprès d'étudiants, d'entraîneurs et d'athlètes de niveau international. Conformément aux articles de Fournier et ses collaborateurs (1994) ainsi que d'Isaac et ses collaborateurs (1986), il s'avère qu'aucune mention n'est faite quant l'adaptation du QVIM à des participants d'âge primaire, notamment des enfants de 8-10 ans (Taktek, Salmoni et Rigal, 2004).

Conclusions générales et recommandations pédagogiques

En général, les performances motrices de temps et de distance produites par chacune des stratégies pédagogiques d'imagerie mentale ont été tantôt équivalentes et tantôt significativement meilleures que celles obtenues par les pratiques physiques spécifique (Adams, 1971) et variable (Schmidt, 1975). Ceci pourrait s'expliquer par le fait que l'imagerie mentale et la pratique physique seule ont sollicité des processus neuraux similaires et qu'elles ont probablement assuré des fonctions semblables de cognition, de motivation, de préparation, de concentration et/ou de mémorisation. Ces résultats sont assez intéressants pour l'enseignement des activités physiques et sportives car, d'une part, ils pourraient inciter le MEQ (1981, p. 34-39) à apporter des spécifications dans le programme d'EPS au primaire dans lequel se trouvent déjà des objectifs traitant des principaux paramètres (temps, force et espace) du mouvement mais sans aucune mention de l'imagerie mentale (surtout en ce qui concerne le deuxième cycle du primaire, MEQ, 1983, p. 27). D'autre part, ils encouragent les enseignants d'EPS à recourir à des stratégies variées d'apprentissage moteur pour assurer un meilleur développement des facultés cognitivo-motrices des apprenants (Ahsen, 1984, 2001 ; Denis, 1989 ; Famose, 1991).

La pertinence de cette recherche se situe au niveau de son intérêt particulier porté à des jeunes enfants appartenant au stade opératoire concret (Piaget, 1970, 1978). Cette période de développement intellectuel de l'enfant est propice pour la formation de schémas moteurs (Fishburne, 1990 ; Schmidt, 1975) et représente l'horizon de la naissance d'une capacité d'anticipation imagée (Piaget et Inhelder, 1966). Bien que l'enfance constitue un domaine d'exploration assez privilégié en psychologie cognitive, rarement les études se sont-elles intéressées à l'utilisation des stratégies d'imagerie mentales auprès de jeunes élèves engagés dans des activités motrices.

En guise de recommandations, il serait important que des études ultérieures soient amorcées afin d'explorer davantage le monde énigmatique de la représentation mentale des principaux paramètres temps, force et espace chez l'enfant. Ces études devraient engager un plus grand nombre d'enfants afin de déterminer le degré d'applicabilité des résultats révélés par cette recherche à tous les enfants de l'âge opératoire concret (7-8 ans à 11-12 ans) et dans un environnement non seulement fermé mais également ouvert où les paramètres spatio-temporels et dynamiques sont en continuelle évolution. D'autre part, ces études devraient réserver une place pour les approches écologiques et dynamiques de l'apprentissage et du contrôle moteur (Eppler et Adolph, 1996 ; Famose, 1991).

ABSTRACT • This article presents a comparison of the effects of pedagogical strategies using mental imagery combined with physical practice, specific physical practice, and variable physical practice on learning a discrete motor task by children aged 8 to 10. The experimental task consisted of using the non-dominant hand to push a miniature car a specified distance in a specified time. The results show that performances of participants in the different pedagogical strategies varied in relation to several factors including the dependant variable, the movement parameter, the participants' sex, etc. These results are discussed in light of Piaget's theories.

RESUMEN • El presente artículo compara los efectos de estrategias pedagógicas de imaginiería mental combinada con la práctica física, la práctica física específica y la práctica física variable en el aprendizaje de una tarea motora discreta en niños de ocho a diez años. La tarea experimental consiste en comunicar a un coche miniatura un empujo de la mano no dominante para que alcance, después de un tiempo de movimiento determinado, una distancia meta. Los resultados han demostrado que los resultados conseguidos por los participantes de las distintas estrategias pedagógicas varían en función de diversos factores tales como la variable dependiente medida; el parámetro del movimiento; el género de los participantes ; etc. Estos resultados fueron discutidos a la luz de la teoría piagetiana.

Références

- Adams, J.A. (1971). A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 3(2), 111-150.
- Adams, J.A. (1976). Issues for a closed-loop theory of motor learning. In G.E. Stelmach (dir.), *Motor control: Issues and trends* (p. 87-107). New York, NY : Academic Press.
- Ahsen, A. (1984). ISM : The Triple Code Model for imagery and psychophysiology. *Journal of Mental Imagery*, 8(4), 15-42.
- Ahsen, A. (2001). Imagery in sports, general performance and executive excellence. *Journal of Mental Imagery*, 25(3-4), 1-46.
- Chevalier, N., Denis, M. et Boucher, J. (1987). Imagerie visuelle et imagerie kinesthésique dans l'apprentissage d'un mouvement : étude exploratoire. In D.A. Vom Hofe et R. Simonnet (dir.), *Recherches en psychologie du sport* (p. 54-59). Issy-Les-Moulineaux : Établissement d'Application Psychotechnique.
- Corlett, J.T., Anton, J., Kozub, S. et Tardif, M. (1989). Is locomotor distance estimation guided by visual imagery. *Perceptual and Motor Skills*, 69(3), 1267-1272.
- Cumming, J.L. et Ste-Marie, D.M. (2001). The cognitive and motivational effects of imagery training : A matter of perspective. *The Sport Psychologist*, 15, 276-288.
- Decety, J. (1989). *Simulation mentale du mouvement : approche neuro-cognitive. Analyse chronométrique d'actions exécutées mentalement et étude du métabolisme cérébral par mesure du débit sanguin cérébral régional*. Thèse de doctorat, Université Lyon I, Lyon.
- Decety, J. (1991). Motor information may be important for updating the cognitive process involved in mental imagery of movement. *European Bulletin of Cognitive Psychology*, 11(4), 415-426.
- Decety, J., Jeannerod, M. et Prablanc, C. (1989). The timing of mentally represented actions. *Behavioral Brain Research*, 34(1-2), 35-42.
- Decety, J., Philippon, B. et Ingvar, D.H. (1988). rCBF landscapes during performance and motor ideation of a graphic gesture. *European Archives of Psychiatry and Neurological Sciences*, 238(1), 33-38.
- Decety, J., Sjoeholm, H., Ryding, E., Stenberg, G. et Ingvar, D.H. (1990). The cerebellum participates in mental activity : Tomographic measurements of regional cerebral blood flow. *Brain Research*, 535(2), 313-317.
- De La Garenderie, A. (1994). *Comprendre et imaginer*. Paris : Le Centurion.
- Denis, M. (1989). *Image et cognition*. Paris : Presses universitaires de France.
- Deschaumes-Molinaro, C., Dittmar, A. et Vernet-Maury, E. (1991). Relationship between mental imagery and sporting performance. *Behavioral Brain Research*, 45, 29-36.
- Eppler, M. et Adolph, K.E. (1996). Toward an ecological approach to perceptual learning and development : Commentary on Michaels and Beek. *Ecological Psychology*, 8(4), 353-355.
- Eriksen, E.H. (1951). Sex differences in the play configurations of preadolescents. *The American Journal of Orthopsychiatry*, 21, 667-692.
- Famose, J.-P. (1987). Vers une théorie de l'enseignement des habiletés motrices. In M. Laurent et P. Therme (dir.), *L'enfant par son corps* (p. 229-259). Joinville-le-Pont : Action.

- Famose, J-P. (1991). Apprentissage moteur et résolution de problèmes. In J-P. Famose, P. Fleurance et Y. Touchard (dir.), *L'apprentissage moteur: rôle des représentations* (p. 23-57). Paris: Revue E.P.S.
- Feltz, D.L. et Landers, D.M. (1983). The effects of mental practice on motor skill learning and performance: A meta-analysis. *Journal of Sport Psychology*, 5(1), 25-27.
- Féry, Y-A. (2003). Differentiating visual and kinesthetic imagery in mental practice. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 57(1), 1-10.
- Féry, Y-A. et Morizot, P. (2000). Kinesthetic and visual image in modeling closed motor skills: The example of the tennis serve. *Perceptual and motor Skills*, 90(3), 707-722.
- Fishburne, G.J. (1990). Le développement de la capacité d'imagerie visuelle et kinesthésique chez les enfants. *Revue des sciences et techniques des A.P.S.*, 22, 11-16.
- Fishburne, G.J. et Hall, G.R. (1987). Visual and kinesthetic imagery ability in children: Implication for teaching motor skills. In G.T. Barrette, C.R. Feingold et M. Piéron (dir.), *Myths, models and methods in sport pedagogy* (p. 107-122). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Fleckenstein, K.S. (2002). Inviting imagery into our classrooms. In K.S. Fleckenstein, L.T. Calendrillo et D.A. Worley (dir.), *Language and image in the reading-writing classroom: Teaching vision* (p. 3-26). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Fournier, J., Le Cren, F., Monnier, E. et Halliwell, W.R. (1994). *Validation et adaptation en langue française du Questionnaire de Clarté de l'Image du Mouvement*. Affiche présentée au colloque de la société française de psychologie du sport, Poitiers.
- Fraisse, P. (1967). *Psychologie du temps*. Paris: Presses universitaires de France.
- Galyean, B.C. (1985). Guided imagery and personality. In A.A. Sheikh et K.S. Sheikh (dir.), *Imagery in education: Imagery in the educational process, imagery and human development series* (p. 161-177). Famingdale, NY: Baywood.
- Gardou, C. (1995) *La gestion mentale en question: à propos des travaux d'Antoine De La Garenderie*. Romonville: Erès.
- Goss, S., Hall, C., Buckolz, E. et Fishburne, G.J. (1986). Imagery ability and the acquisition and retention of movements. *Memory and Cognition*, 14(6), 469-477.
- Gould, D., Damarjian, N. et Greenleaf, C. (2002). Imagery training for peak performance. In J. L. Van Raalte (dir.), *Exploring sport and exercise psychology* (p. 49-74). Washington, DC: American Psychological Association.
- Hall, C., Bernoties, L. et Schmidt, D. (1995). Interference effects of mental imagery on a motor task. *British Journal of Psychology*, 86(2), 181-190.
- Hall, C.R., Buckolz, E. et Fishburne, G.J. (1992). Imagery and the acquisition of motor skills. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 17(1), 19-27.
- Hall, C.R., Mack, D.E. et Paivio, A. (1998). Imagery use by athletes: Development of the Sport Imagery Questionnaire. *International Journal of Sport Psychology*, 29, 73-89.
- Hinshaw, K.E. (1991). The effect of mental practice on motor skill performance: Critical evaluation and meta-analysis. *Imagination, Cognition and Personality*, 11(1), 3-35.
- Isaac, A., Marks, D.F. et Russell, D.G. (1986). An instrument for assessing imagery of movement: The Vividness of Movement Imagery Questionnaire (VMIQ). *Journal of mental Imagery*, 10(4), 23-30.

- Jeannerod, M. (1994). The representing brain: Neural correlates of motor intention and imagery. *Behavioral and Brain Sciences*, 17(2), 187-245.
- Kaufman, G. et Helstrup, T. (1985). Mental imagery and problem solving: Implications for the educational process. In A.A. Sheikh et K.S. Sheikh (dir.), *Imagery in education: Imagery in the educational process, imagery and human development series* (p. 113-144). Farningdale, NY: Baywood.
- Kohl, R.M., Ellis, S.D. et Roenker, D.L. (1992). Alternating actual and imagery practice: Preliminary theoretical considerations. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 63(2), 162-170.
- Kosslyn, S.M., Margolis, J.A., Barret, A.M. et Goldknopf, E.J. (1990). Age differences in imagery abilities. *Child development*, 61, 995-1010.
- Marks, D.F. (1973). Visual imagery differences in the recall of pictures. *British Journal of Psychology*, 64(1), 17-24.
- Martins, I. (2002). Visual imagery in school science texts. In J. Otero, J.A. Leon et A.C. Graesser (dir.), *The psychology of Science Text Comprehension* (p. 73-90). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Martin, K. et Hall, C.R. (1995). Using mental imagery to enhance intrinsic motivation. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 17(1), 54-69.
- Ministère de l'Éducation du Québec (1981). *Programme d'étude au primaire: éducation physique*. Québec: Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec (1983). *Guide pédagogique pour le primaire, éducation physique: premier et second cycle*. Québec: Gouvernement du Québec.
- Moxley, S.E. (1979). Schema: The variability of practice hypothesis. *Journal of Motor Behavior* 11(1) 65-70.
- Murphy, S.M. et Martin, K.A. (2002). The use of imagery in sport. In T.S. Horn (dir.), *Advances in sport psychology* (p. 405-439). Champaign, IL: Human Kinetic.
- Nadeau, C., Giguère, H.F. et Paiement, B. (1990). Planification de mouvements corporels: l'effet d'une répétition mentale assistée visuellement. *Revue des sciences et techniques des activités physiques et sportives*, 11(22), 33-43.
- Oldfield, R.C. (1971). The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9, 97-113.
- Ommundsen, Y. (2003). Implicit theories of ability and self-regulation strategies in physical education classes. *Educational Psychology*, 23(2), 141-157.
- Pallascio, R., Allaire, R. et Mongeau, P. (1992). Représentation de l'espace et enseignement de la géométrie. *Topologie structurale*, 71-82.
- Pallascio, R., Allaire, R., et Mongeau, P. (1993). The development of spatial competencies through alternating analytic and synthetic activities. For the Learning of Mathematics: An International. *Journal of Mathematics Education*, 13(3), 8-15.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and the verbal process*. New York, NY: Holt, Rinehart and Winston.
- Paivio, A. (1983). Strategies in language learning. In M. Pressley et J.R. Levin (dir.), *Cognitive strategy research: Educational applications* (p. 189-210). New York, NY: Springer-Verlag.

- Paivio, A. (1985). Cognitive and motivational functions of imagery in human performance. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 10, 22-28.
- Paivio, A. et Clark, J.M. (1990). Static versus dynamic imagery. In C. Cornoldi et M.A. McDaniel (dir.), *Imagery and cognition* (p. 221-245). New York, NY : Springer-Verlag.
- Piaget, J. (1970). *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*. Paris : Delachaux et Niestlé.
- Piaget, J. (1972). *Les notions de mouvement et de vitesse chez l'enfant*. Paris : Presses universitaires de France.
- Piaget, J. (1973a). *Le développement de la notion de temps chez l'enfant*. Paris : Presses universitaires de France.
- Piaget, J. (1973b). *La formation de la notion de force*. Paris : Presses universitaires de France.
- Piaget, J. (1973c). *La composition des forces et les problèmes de vecteurs*. Paris : Presses universitaires de France.
- Piaget, J. (1978). *La formation du symbole chez l'enfant : imitation, jeu et rêve, image et représentation*. Paris : Delachaux et Niestlé.
- Piaget, J. et Inhelder, B. (1966). *L'image mentale chez l'enfant, étude sur le développement des représentations imagées*. Paris : Presses universitaires de France.
- Piaget, J. et Inhelder, B. (1981). *La représentation de l'espace chez l'enfant*. Paris : Presses universitaires de France.
- Pigott, R.E. et Shapiro, D.C. (1984). Motor schema : The structure of the variability session. *Research Quarterly*, 55(1), 41-45.
- Price, B. (1988). *Asymmetries in the perception of biological motion*. Thèse de doctorat, University of Western Ontario, London.
- Ryan, E.D. et Simons, J. (1982). Efficacy of mental imagery in enhancing mental rehearsal of motor skills. *Journal of Sport Psychology*, 4(1), 41-51.
- Schmidt, R.A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82(4), 225-260.
- Schmidt, R.A. (1976). The schema as a solution to some persistent problems in motor learning theory. In G.E. Stelmach (dir.), *Motor control : Issues and trends* (p. 41-65). New York, NY : Academic Press.
- Schmidt, R.A. et Lee, T.D. (1999). *Motor control and learning : A behavioral emphasis*. Champaign, IL : Human Kinetics.
- Shea, J.B. et Morgan, R.L. (1979). Contextual interference effects on the acquisition, retention and transfert of motor skill. *Journal of Experimental Psychology : Human Learning and Memory* 5(2), 179-187.
- Sheikh, A.A., et Sheikh, K.S. (1985). *Imagery in education : Imagery in the educational process, imagery and human development series*. Farmingdale, NY : Baywood.
- Taktek, K. (2004). The effects of mental imagery on the acquisition of motor skills and performance : A literature review with theoretical implications. *Journal of Mental Imagery*, 28(1-2), 79-114.
- Taktek, K. et Hochman, J. (2004). Ahsen Triple Code Model as a solution to some persistent problems within Adams' closed loop theory and Schmidt's motor schema theory. *Journal of Mental Imagery*, 28(1-2), 115-157.

- Taktek, K., Salmoni, A. et Rigal, R. (2004). The effects of mental imagery on the learning and transfer of a discrete motor task by young children. *Journal of Mental Imagery*, 28(3-4), 87-120.
- Vandervert, L.R. (2003). How working memory and cognitive modeling functions of the cerebellum contribute to discoveries in mathematics. *New Ideas in Psychology*, 21(1), 15-29.
- Van Rossum, J.H.A. (1990). Schmidt's schema theory: The empirical base of variability of practice hypothesis. : A critical analysis. *Human Movement Science*, 9(3-5), 387-435.
- Weinberg, R.S. et Gould, D. (2003). *Foundations of sport and exercise psychology*. Champaign, IL: Human Kinetics
- Wharton, W.P. (1985). Imagery and reality. In A.A. Sheikh et K.S. Sheikh (dir.), *Imagery in education: Imagery in the educational process, imagery and human development series* (p. 145-160). Farmingdale, NY: Baywood.
- Wrisberg, C.A., Winter, T.P. et Kuhlman, J.S. (1987). The variability of practice hypothesis: Further tests and methodological discussion. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 58(3), 369-374.
- Zhang, L.M., Orlick, T. et Zizelsberger, L. (1992). The effect of mental-imagery training on performance enhancement with 7-10 year old children. *Sport Psychologist*, 6(3), 230-241.